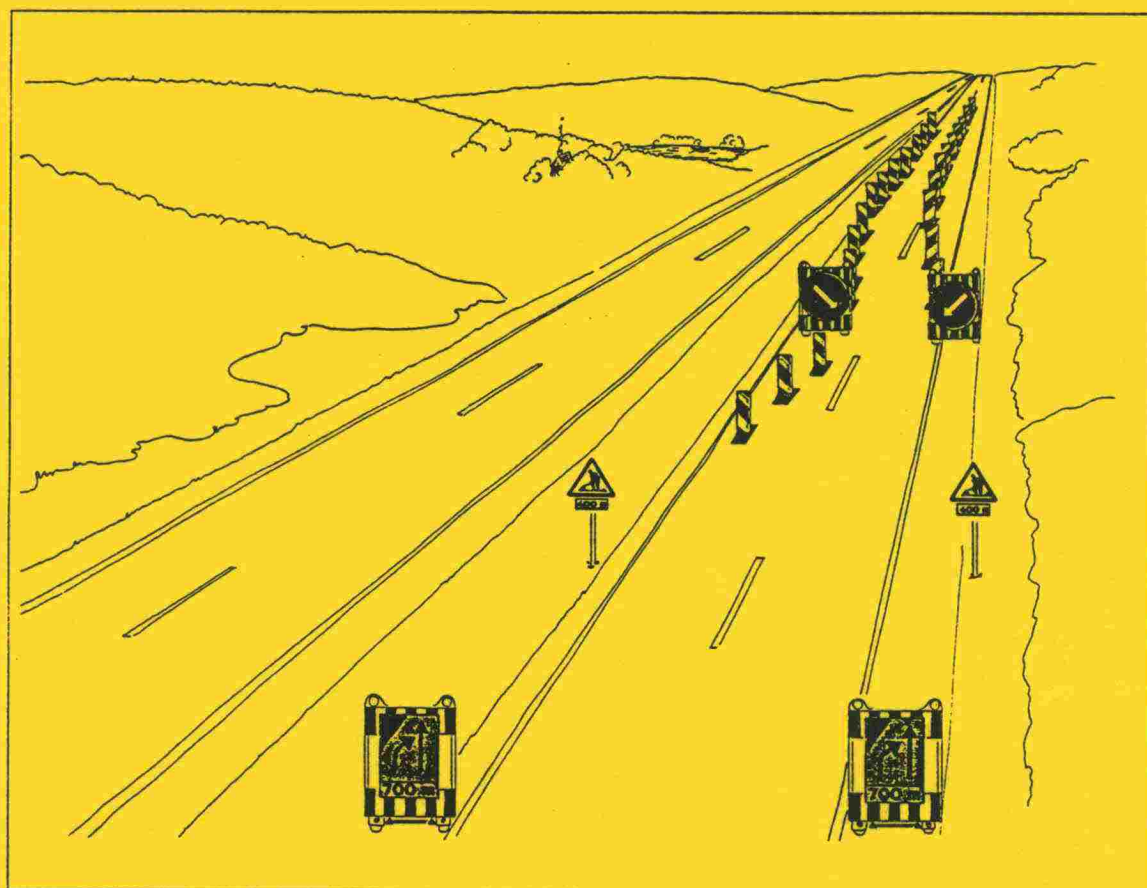


KUNNOSSAPITOTÖIHIN LIITTYVÄT VAARATEKIJÄT TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOKSEN (TVL) HÄMEEN PIIRISSÄ

KIRJALLISUUSTUTKIMUS

OSARAPORTTI 8

15.11.1989



VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS
Turvallisuustekniikan laboratorio





Tielaitos
Tiehallituksen kirjasto

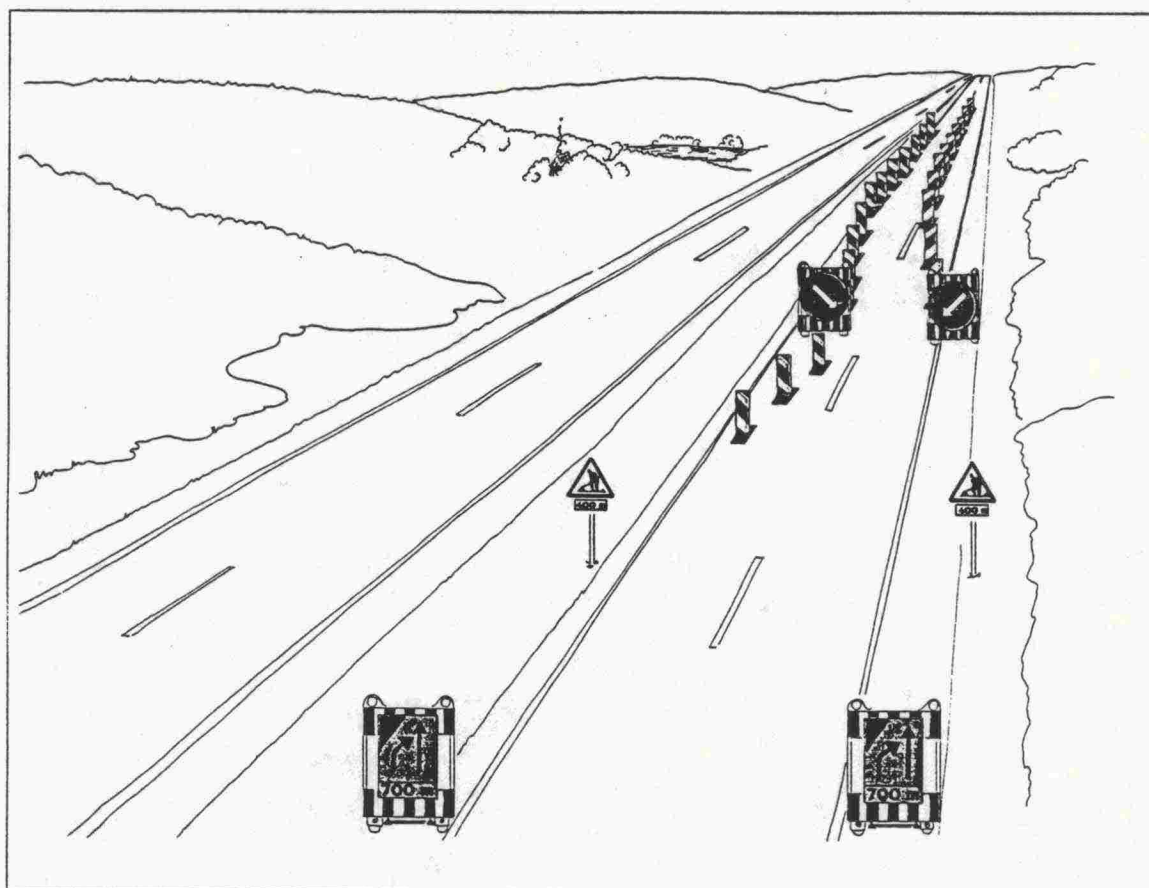
Doknro: 910513
Nidenro: 710689

KUNNOSSAPITOTÖIHIN LIITTYVÄT VAARATEKIJÄT TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOKSEN (TVL) HÄMEEN PIIRISSÄ

KIRJALLISUUSTUTKIMUS

OSARAPORTTI 8

15.11.1989



VALTION TEKNILLINEN TUTKIMUSKESKUS
Turvallisuustekniikan laboratorio



KUNNOSSAPITOTÖIHIN LIITTYVÄT VAARATEKIJÄT TIE- JA VESIRAKENNUSLAITOKSEN (TVL) HÄMEEN PIIRISSÄ

KIRJALLISUUSTUTKIMUS

OSARAPORTTI 8

TIIVISTELMÄ

Turvallisuustutkimuksen päätavoitteena on selvittää kunnossapitotöissä ilmeneviä vaaratekijöitä. Samalla laaditaan korjausehdotuksia, joilla vaaratekijöitä voidaan poistaa. Tutkimuksen tilaajana on Tie- ja vesirakennuslaitoksen (TVL) Hämeen piiri ja tutkimuksen toteuttajana on Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen (VTT) turvallisuustekniikan laboratorio.

Turvallisuustutkimuksessa selvitettiin kirjallisuustutkimuksen avulla muissa pohjoismaissa, muualla Euroopassa sekä USA:ssa tehtyjä tietyömaiden turvallisuuteen liittyviä tutkimuksia ja saavutettuja tuloksia. Pohjoismaisessa aineistossa käsiteltiin tietyömaiden turvallisuutta teiden kunnossapitäjien kannalta, kun varsinkin USA:ssa tehdyt tutkimukset käsittelivät lähinnä kunnossapitotyömaiden vaikutusta liikenneturvallisuuteen. Yhteisenä tekijänä molemmille näkökannoille on kuitenkin liikenteenohjaustoimenpiteet, joiden avulla voidaan työmaiden turvallisuustasoa parantaa.

Kunnossapitotyömaiden kohdalla todettiin onnettomuustaajuuksien lisääntyvän verrattuna tieosuuteen ennen kunnossapitoimia. Onnettomuuksien syntymiseen vaikuttivat työmaan kesto, työkohteen luonne sekä liikenteenohjaustoimet. Turvalisimpana keinona liikenteen ohjaukseksi pidettiin kierto-tiejärjestelyjä. Pimeän aikana todettiin onnettomuustaajuuksien lisääntyvän. Taajamien ulkopuolisten työmaiden liikenne-

onnettomuuksien todettiin olevan seurauksiltaan vakavampia kuin taajamissa sattuneet. Taajamissa sattui kuitenkin prosentuaalisesti suurin osa onnettomuuksista.

Kunnossapitotyömailla pidettiin suurimpana vaarana muun liikenteen joukossa työskentelyä. Työntekijät pitivät hyvin tärkeänä kiertotiejärjestelyjen kehittämistä turvallisuuden kannalta. Eräissä työtehtävissä joudutaan työskentelemään lähellä tien keskiviivaa, kuten tiemerkintöjen ja suojalaitteiden asentamisessa ja poistossa sekä teiden paikkaustöissä. Kunnossapitotyömaiden yleisin liikenneonnettomuustyyppi oli suomalaisen tutkimuksen mukaan ajoneuvojen yhteenajot. USA:ssa yleisin onnettomuustyyppi taajamien ulkopuolella on yksittäisen ajoneuvon suistuminen pois tieltä pimeän aikana.

Teiden talvikunnossapitoa on käsitelty lähinnä teiden kunnon ja liikenteen turvallisuuden kannalta. Liukkaudentorjunnassa ja lumenpoistossa on sään tarkkailu keskeisessä asemassa. Säätilalla ja sään muutoksilla on tärkeä merkitys suolauksen onnistumiselle.

Työntekijöiden turvallisuuden kannalta käsiteltiin tarkemmin liikenteen aiheuttamien ongelmien torjuntaa sekä työntekijöiden suojavaatetusta sekä käytettävää kalustoa. Liikenteen aiheuttamia ongelmia voidaan torjua kehittämällä liikenteenohjausta työmaiden kohdalla sekä motivoimalla tielläliikkuja havaitsemaan työmaan varoituskylttejä. Tiellä liikkujien tulisi ymmärtää esimerkiksi nopeuksien alentamisen vaikuttavan myös heidän omaan turvallisuuteensa.

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	2
1 JOHDANTO	5
2 ULKOMAISET TIETYÖMAIDEN ONNETTOMUUSTUTKIMUKSET	7
3 VAARAT KUNNOSSAPIDOSSA	10
3.1 Tietyömaiden onnettomuudet	12
3.1.1 Kunnossapitotyömaan tyyppi	12
3.1.2 Onnettomuuksien tyypit	14
3.2 Liikenteen ohjaustoimenpiteet	15
3.2.1 Liikenteen ohjauksessa esiintyneet ongelmat	21
3.2.2 Liikenteen ohjaustoimenpiteiden vaikutus turvallisuuteen	24
3.2.3 Onnettomuudet erilaisissa liikenteenjärjestelyolosuhteissa	26
3.3 Talvikunnossapito	26
3.3.1 Sään tarkkailu	27
3.3.2 Liukkaudentorjunta	28
3.4 Päälylystystyöt	29
3.4.1 Päälylystystöissä esiintyneet turvallisuuden ongelmat	29
3.4.2 Liikenteen aiheuttamien ongelmien torjunta	31
3.4.3 Suojavaatetukseen liittyvät ongelmat ja torjuntatoimet	34
3.5 Kunnossapitokalusto	35
3.5.1 Kunnossapitokaluston käyttöön liittyvät ongelmat turvallisuuden kannalta	35
4 KUNNOSSAPIDON KEHITTÄMINEN	36
LÄHDELUETTELO	38

1 JOHDANTO

Teiden kunnossapitoon liittyvällä tutkimustoiminnalla on pisimmät perinteet USA:ssa. Tutkimukset käsittelevät suurelta osalta liikenneturvallisuutta kunnossapitotöissä sekä liikenteen ohjausta ja sen merkitystä turvallisuuden kannalta.

Pohjoismaissa teiden kunnossapitoon liittyvät julkaisut ovat pääsääntöisesti eri maiden tielaitosten tekemiä ohjeita ja opaskirjoja. Näissä ohjeissa on selkeästi opastettu oikeaan työsuoritukseen ja esitetty turvallisia toimintamalleja ja -ratkaisuja. Varsinaista tutkimustietoa kunnossapidon turvallisuusnäkökohdista ja uusien toimintaratkaisujen vaikutuksista turvallisuuteen on kuitenkin vähän.

Kunnossapidon turvallisuustutkimuksia on Suomessa tehty lähinnä tutkimuslaitosten toimesta sekä korkeakoulujen opinnäytteinä. Suomessa tehdyt tutkimukset käsittelevät kunnossapitoa yleensä, talvikunnossapitoa ja erityisesti liukkauden torjuntaa, tieolosuh-teita ja liikenneturvallisuutta, kunnossapidon työympäristökysymyksiä sekä työnjärjestelyä kunnossapitoyksiköissä. Tapaturmavaaroja on selvitetty Työterveyslaitoksen tutkimusprojektissa.

Talvitie (1989) jakaa kunnossapitotoiminnan seitsemään osaan:

- 1 Lumen ja jään poisto
- 2 Päällystettyjen teiden kesähoito
- 3 Sorateiden kesähoito
- 4 Tiealue, vihertyöt ja kuivatus
- 5 Liikenteen palvelu, merkit ym.
- 6 Uudelleenpäällystäminen
- 7 Lautat.

Sorateiden kunnossapito muodostaa huomattavan osan kunnossapidon kustannuksista Suomessa. Se sitoo myös paljon kalustoa ja henkilöresursseja. Sorateiden käyttäjiä arvioidaan olevan kuitenkin vain 6 - 7 % tienkäyttäjistä.

Kunnossapidon kustannusten jakaumaa on verrattu USA:ssa Minnesotan osavaltion lukuihin (taulukko 1). Minnesotassa ei ole laisinkaan sorateita ja ilmasto-olosuhteiltaan se on hyvin Suomen kaltainen.

Taulukko 1. Kunnossapidon kustannusten jakautuminen.

Tehtävä	Suomi	USA, Minnesota
Lumen ja jään poisto	25.4 %	23.1 %
Päällystetyt tiet	17.3 %	39.7 %
Soratiet	35.4 %	-
Tiealue	13.1 %	24.0 %
Liikenteen palvelu	8.8 %	13.3 %
Yhteensä	100.0 %	100.0 %

Marjo Hyödynmaa

Tutkija

VTT, turvallisuustekniikan laboratorio

2 ULKOMAISET TIETYÖMAIDEN ONNETTOMUUSTUTKIMUKSET

Borodavkin (1980) selvitti kirjallisuuden perusteella ulkomailla ja lähinnä USA:ssa tehtyjen tietyömaaonnettomuuksiin liittyvien tutkimusten tuloksia. USA:ssa tehdyissä tutkimuksissa on vertailtu tieosien onnettomuusastetta ennen töitä esiintyneeseen onnettomuusasteeseen.

USA:n maanteiden työmaiden työntekijöille on todettu sattuvan 1,7 kertaa enemmän ja katu- ja kunnossapitotyömaiden työntekijöille 5 kertaa enemmän työtapaturmia kuin teollisuustyöntekijöille keskimäärin.

Onnettomuusasteen on todettu kasvavan tietyön alaisilla tieosuuksilla. Virginian osavaltiossa kerättyjen tietojen mukaan onnettomuustiheys kasvoi 119 % tietyömaan kohdalla verrattuna tilannetta ennen työmaata. Umbs (1989) on tehnyt muutamia tietyömaita koskevia havaintoja sattuneiden onnettomuuksien suhteen.

- Henkilöiden loukkaantumisiin johtaneiden onnettomuuksien määrä on korkeampi tietyömaan aikana kuin muulloin tarkasteltaessa samaa tieosuutta.
- Työmaaonnettomuuksien määrä riippuu työmaan tyypistä. Tähän vaikuttavat pituus, geometria, työn luonne sekä liikenteen ohjaustoimenpiteet ja kaistan sulkeminen.
- Viikonloppuina ja loma-aikoina sattuu suhteessa enemmän työmaaonnettomuuksia kuin työviikon aikana.
- Lyhytaikaisilla työmailla onnettomuuksien määrän ei ole todettu nousevan työmaiden aikana. Poikkeuksena ovat kuitenkin ruuhka-ajat.
- Taajamissa sattuu 71 % kaikista työmaaonnettomuuksista. Loukkaantuneiden määrä taajamissa on 66 % kaikista loukkaantuneista. Yleisin onnettomuustyyppi on ajoneuvon törmäminen toiseen ajoneuvoon päiväsaikana.

- Taajamien ulkopuolella sattuneissa onnettomuuksissa menehtyneiden määrä on 64 % kaikista työmaaonnettomuuksissa menehtyneistä. Yleinen onnettomuustyyppi on yksittäisen ajoneuvon syöksyminen pois tieltä yöaikana.
- Pimeän aikana sattuu alle 30 % tietyömaaonnettomuuksista. Näissä onnettomuuksissa menehtyneiden määrä on kuitenkin lähes 50 %.

Kaikista pitkäaikaisten tietyömaiden onnettomuuksista sattuu Hunterin (1989) mukaan noin puolet pimeänä aikana.

Tietyömaaonnettomuudet lisääntyivät USA:ssa Umbsin (1989) mukaan huomattavasti vuosien 1982 - 84 aikana. Vuonna 1982 tietyömaaonnettomuuksissa menehtyi 489 henkilöä, vuonna 1984 menehtyneitä oli 703. Vuoteen 1988 saakka menehtyneiden määrä on pysytellyt vuosittain 700 henkilössä.

Taulukko 2. Kuolemaan johtaneet tietyömaiden liikenneonnettomuudet USA:n moottoriteillä (freeway) vuosina 1982 - 1985 (The 1987 Annual Report on Highway Safety Improvement Programs 1987).

Työmaan tyyppi	1985	1984	1983	1982
Tienrakennus	426	483	368	331
Kunnossapito	86	61	66	59
Merkintätyöt	10	5	10	8
Tuntemattomat	64	67	87	39
Yhteensä	586	616	531	437

USA:n moottori- ja valtateillä rekisteröidään Umbsin (1989) mukaan vuosittain noin 46 000 tietyömaaonnettomuutta. Moottoriteillä (Freeway) sattuu noin 30 % kaikista tietyömaaonnettomuuksista ja noin 10 % kaikista kuolemaan johtaneista tietyömaaonnettomuuksista. Onnettomuudet jakaantuvat vakavuuden mukaan seuraavasti:

Vakavat loukkaantumiset	1 %	(400 kpl)
Muut loukkaantumiset	32 %	(15 000 kpl)
Muut onnettomuudet	67 %	(31 000 kpl)

Hunterin (1989) mukaan USA:ssa suurin osa tietyömaiden liikenneonnettomuuksista sattuu kaupunkialueilla. Vakavista onnettomuuksista sattuu suurin osa kuitenkin taajamien ulkopuolella. Yleensä tietyömaiden onnettomuudet ovat seurauksiltaan vakavampia kuin liikenneonnettomuudet yleensä. Onnettomuuksissa loukkaantuneiden ja kuolleiden määrät ovat suhteessa korkeampia kuin liikenneonnettomuuksissa yleensä.

Saksan Liittotasavallassa tehdyssä tietyömaiden liikennetutkimuksessa (Kockelke 1989) tutkittiin liikenteen nopeusrajoitusten vaikutusta tiellääliikkujien nopeuksiin työmaa-alueen kohdalla. Nelikaistaisella kaksiajorataisella liikenneväylällä liikenne oli ohjattu käyttämään kavennettuja kaistoja. Suuri osa kuljettajista ei vähentänyt nopeuttaan 100:sta km/h vaaditulle 60 km/h tasolle. Onnettomuustiheys oli yli 10 kertaa suurempi kuin ennen tietyötä.

Kockelken (1989) mukaan Saksan Liittotasavallassa moottoriteillä sattuvista onnettomuuksista sattuu 6 - 8 % tietyömaiden kohdalla. Tietyömaiden liikenneonnettomuuksien katsotaan olevan jatkuvasti kasvussa.

Ruotsissa on saatu tietoja poliisin raportoimista tietyömaaonnettomuuksista vuosilta 1975 - 78. Tietyömaa vaikutti tutkimusaineistosta 112 onnettomuuden syntymiseen. Työmaa-ajoneuvo oli osallisena 17 % onnettomuuksista ja muiden tienkäyttäjryhmien edustajat olivat osallisena 37 % onnettomuuksista. 16 %:ssa onnettomuuteen vaikuttivat kuopat, irtosora ja muut ajoradan puutteelliseen kuntoon vaikuttavat tekijät. 33 %:ssa epäselvyys tien linjauksesta vaikutti onnettomuuden syntyyn.

Tukholman kunnassa 30 %:ssa onnettomuuksista olivat tyypiltään ohitus-, kaistanvaihto- tai "kiillaus"-onnettomuuksia. Tietyömaiden kohdalla tällaiset onnettomuudet ovat kaksi kertaa yleisimpiä kuin muilla tieosuuksilla. Umbs (1989) kuvaa USA:ssa Kalifornian

osavaltiossa tietyömaiden ja liikenteen turvallisuuden parantamiseksi käynnistettyä laajaa tiedotuskampanjaa " California Highway Workers - Give 'em a BRAKE ". Tiellä liikkujien on todettu kaipaavan tietoa mahdollisista vaaroista työmaa-alueilla. Yhtenä tavoitteena on ollut nopeuksien alentaminen työmaiden kohdalla tiedottamalla työntekijöiden olosuhteista heidän työskennellessään liikenteen joukossa. Työnjohto on kiinnittänyt paremmin huomiota työmaiden turvallisuusjärjestelyihin, minkä johdosta myös työntekijöiden työmoraali on noussut. Myös muut osavaltiot ovat käynnistämässä vastaavia ohjelmia.

Jämsä (1989) kuvaa SHRP:n (Strategic Highway Research Program) kunnossapidon tutkimusprojektia, jonka yhtenä tutkimusalueena on työturvallisuus kunnossapidossa. Tutkimushankkeessa on todettu tarvetta lyhytaikaisten kunnossapitokohteiden liikenteenohjauslaitteiden kehittämiseksi. Tavoitteena on parantaa työturvallisuutta liikenteenohjauslaitteilla sekä erottamalla työalueet välittömästä liikenteen läheisyydestä.

3 VAARAT KUNNOSSAPIDOSSA

Niskanen (1987) on tutkinut kunnossapitoon liittyviä tapaturmavaaroja ja tapaturmantorjunnan edistämistä tie- ja vesirakennuslaitoksessa. Haastattelututkimuksen mukaan liikenteen ja kulkuteiden todettiin aiheuttavan suuren osan tapaturmavaaroista (taulukko 3).

Taulukko 3. Tapaturmavaarat kunnossapitotöissä työnjohdon ja työntekijöiden mielipiteiden mukaan (Niskanen 1987).

Tapaturmavaarat	Työn- johto	Työn- tekijät
	%	
Liikenne	10.1	14.1
Työkone, työkone työmaalla	4.5	4.5
Lisälaitteet	1.2	0.8
Käsityökoneet	7.7	5.3
Nostolaitteet	1.9	2.1
Kemialliset aineet	0.5	1.9
Kulkutiet	20.7	20.2
Fyysinen rasitus	7.1	6.2
Talven ulko-olosuhteet, sää	2.6	3.2
Pimeys	1.4	2.2
Liikkumisen vaikeat olosuhteet liikenteessä	2.3	6.9
Tiettyt vaikeat työtehtävät	6.2	7.3
Taidon puute	2.8	1.9
Huolimattomuus, varomattomuus	8.7	5.1
Kiire	4.3	7.0
Väsymys, tarkkaavaisuuden puute	0.8	1.9
Ei käytetä suojaimia	2.8	0.6
Asenteet	2.2	0.4
Muut	12.6	8.4
Yhteensä	100.0	100.0

Tyllgren (1987) ja Samuelson (1986) pitävät merkittävimpinä turvallisuuden liittyvinä ongelmina työskentelyä muun liikenteen joukossa sekä liikenteestä aiheutuvia seurausvaikutuksia (melu, pakokaasut, pöly).

Liikenteen aiheuttamat vaaratilanteet korostuvat Vägverket:n tutkimuksen mukaan (Arbete på väg)

- tiemeraintöjen asentamisessa ja poistossa,
- suojalaitteiden asentamisessa ja poistossa,
- työskentelyssä jalankulkukorokkeilla,
- auruksessa ja suolauksessa lumisateessa,
- työolosuhteissa toisen ajokaistan ollessa suljettuna,
- päällystystöissä ja
- työskentelyssä moottoriteilla.

3.1 Tietyömaiden onnettomuudet

Borodavkin (1980) on tutkimuksessaan vertaillut tietyömailla sattuneita onnettomuuksia yleisten teiden liikenneonnettomuuksiin. Tietyömaiden onnettomuuksien sattumiseen vaikuttivat selvästi töiden käynnissäolo työmailla, työaikana ja päivänvalossa sattui suhteellisesti eniten tietyömaaonnettomuuksia.

Taulukko 4. Onnettomuudet erilaatuisilla työmailla valoisuuden mukaan (Borodavkin 1980).

Työmaan laatu	Päivän- valo	Hämärä	Pimeä tie valaistus valaisematon		Yhteensä
Tienrakennustyömaa	20	-	4	4	28
Tienparannustyömaa	72	13	23	8	116
Uudelleenpäällystystyömaa	23	-	-	-	23
Kunnossapitotyömaa	27	3	3	1	34
Muu työmaa	9	1	1	-	11
Yhteensä	151	17	31	13	212
%-osuus	71,2	8,0	14,6	6,2	100
Yleiset tiet	56,2	12,7	6,4	24,7	100

Henkilövahinko-onnettomuuksissa onnettomuustyyppiltään ajoja esteeseen ajoradalla, peruutus- ja ns. muita onnettomuuksia sattui tietyömailla yleisiä teitä enemmän Borodavkinin (1980) mukaan. Kääntymis- ja ohitusonnettomuuksia sen sijaan vähemmän kuin yleisillä teillä.

3.1.1 Kunnossapitotyömaan tyyppi

Borodavkinin (1980) mukaan tienrakennus- ja kunnossapitotyömaiden onnettomuudet ovat seurauksiltaan keskimääräistä vakavampia kuin muilla työmailla. Päällystystyömaat ovat onnettomuusherkimpiä. TVH:n kunnossapitotutkimuksen mukaan (1968) työmaaonnettomuuksien vakavuus on kuitenkin lievempi kuin tiestöllä keskimäärin.

Taulukko 5. Onnettomuuksien määrä erilaatuisilla työmailla (Borodavkin 1980).

Työmaan laatu	kpl	%
Tienrakennustyömaa	28	13,2
Tienparannustyömaa	116	54,7
Uudelleenpäälystystyömaa	23	10,9
Kunnossapitotyömaa	34	16,0
Muu työmaa	11	5,2
Yhteensä	212	100,0

Taulukko 6. Onnettomuudet työmaan laadun ja onnettomuusluokan mukaan (Borodavkin 1980).

Onnettomuusluokka	Työmaan laatu					Työmailla		Kaikilla yleisillä teillä yht. %
	Tienrak. työmaa	Tienpar. työmaa	Päälystys-työmaa	Kunnossapitotyömaa	Muu työmaa	Onn.	%	
Yksittäisonnettomuus	5	40	5	11	1	62	29,2	26,6
Kääntymisonnettomuus	3	12	2	0	1	18	8,5	10,3
Ohitusonnettomuus	2	0	0	0	0	2	0,9	3,6
Risteämisonnettomuus	4	11	1	1	3	20	9,4	9,9
Kohtaamisonnettomuus	0	14	4	4	0	22	10,4	7,9
Peräänajo-onnettomuus	5	10	3	6	1	25	11,8	7,8
Polkupyöriäonnettomuus	0	2	0	1	1	4	1,9	8,6
Mopo-onnettomuus	2	2	0	2	1	7	3,3	
Jk-onnettomuus	1	2	3	1	1	8	3,8	4,3
Eläinonnettomuus	0	5	0	0	1	6	2,8	17,7
Muu onnettomuus	6	18	5	8	1	38	17,9	3,3
Yhteensä	28	116	23	34	11	212	100	
%-osuus	13,2	54,7	10,8	16,0	5,2	100	100	

Suurimmat onnettomuusluokat ovat yksittäisonnettomuus ja muu onnettomuus. Myös kohtaamis- ja peräänajo-onnettomuuksia oli työmailla suhteellisesti enemmän kuin yleisillä teillä.

3.1.2 Onnettomuuksien tyypit

Borodavkinin (1980) mukaan työmaa-ajoneuvot olivat osallisena 15 % tietyömailla sattuneisiin onnettomuuksiin. Nämä onnettomuudet olivat tyypiltään peruutusonnettomuuksia ja ns. muita onnettomuuksia. Mukana oli muutama ohitus-, peräänajo-, kohtaamis- ja risteämisonnettomuus sekä ajoja tien reunaan pysäköityyn ajoneuvoon.

TVH: kunnossapitotutkimuksen (1968) mukaan kunnossapito-onnettomuuksista suurin osa oli ajoneuvojen yhteenajoja (taulukko 7).

Taulukko 7. Kunnossapito-onnettomuuksien laadut (TVH:n kunnossapitotutkimus 1968).

Ajoneuvojen yhteenajot	39,5 %
Ajoneuvon perään tai sivuun ajot	19,7 %
Ajo muuhun esteeseen ajoradalla	13,6 %
Ajo jalankulkijan päälle	2,5 %
Suistuminen tieltä tai kumoon ajo	18,5 %
Muut laadut	6,2 %
Yhteensä	100,0 %

Marlow (1989) kuvaa onnettomuuksien tyyppijakaumaa Iso-Britanniassa tietyömailla ja muilla tieosuuksilla. Tietyömaiden onnettomuudet ovat tyypillisesti kaistanvaihto-onnettomuuksia.

Taulukko 8. Loukkaantumisiin johtaneiden onnettomuuksien onnettomuustyyppit (Marlow 1989).

		TYPE OF ACCIDENT							TOTAL ACCIDENTS
		S	M	T	C	O	L	X	
Number of PIAs	Roadworks	77	2	7	41	9	5	14	155
	No Roadworks	18	1	14	18	17	3	18	89
Percentage of total	Roadworks	50	1	5	28	8	3	9	100
	No Roadworks	20	1	16	20	19	3	20	100
	Both	39	1	9	24	11	3	13	100

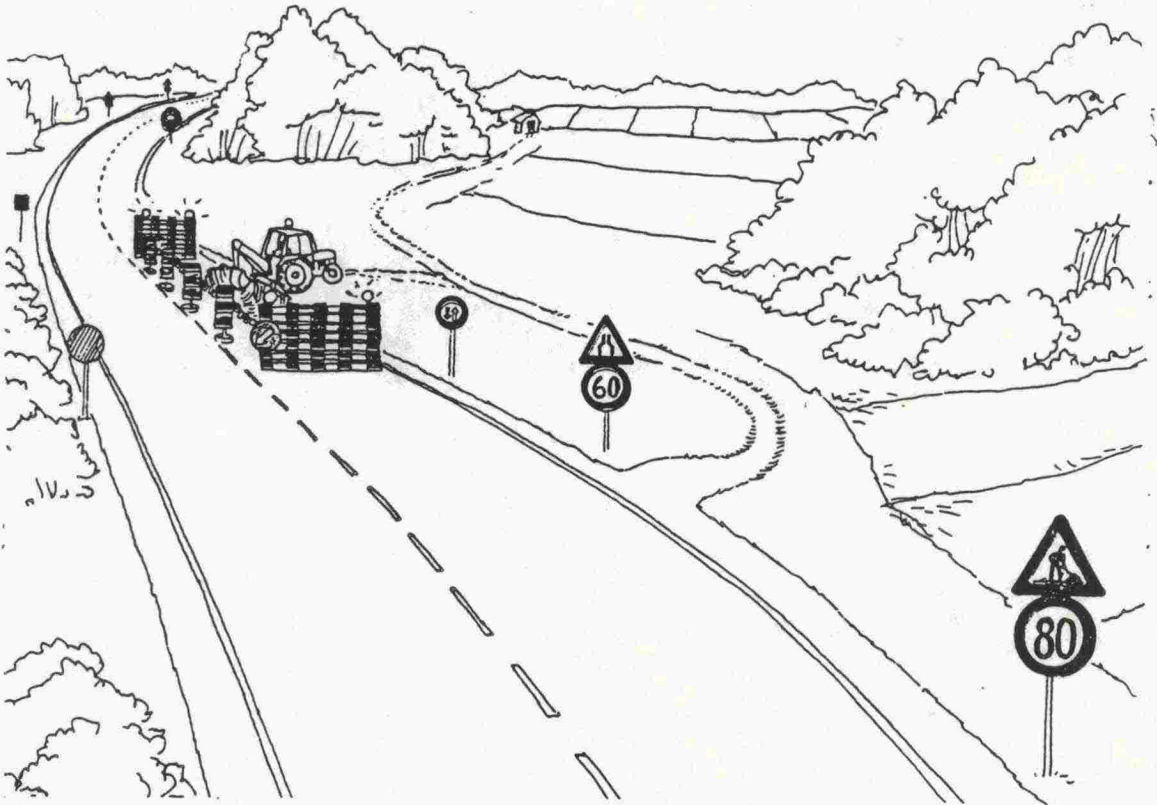
S = kaistan vaihto
 M = mekaaninen vika
 T = rengasrikko
 C = hallinnan menettäminen
 O = huomiointivirhe
 L = kuorman liike
 X = muut ja tuntemattomat

3.2 Liikenteen ohjaustoimenpiteet

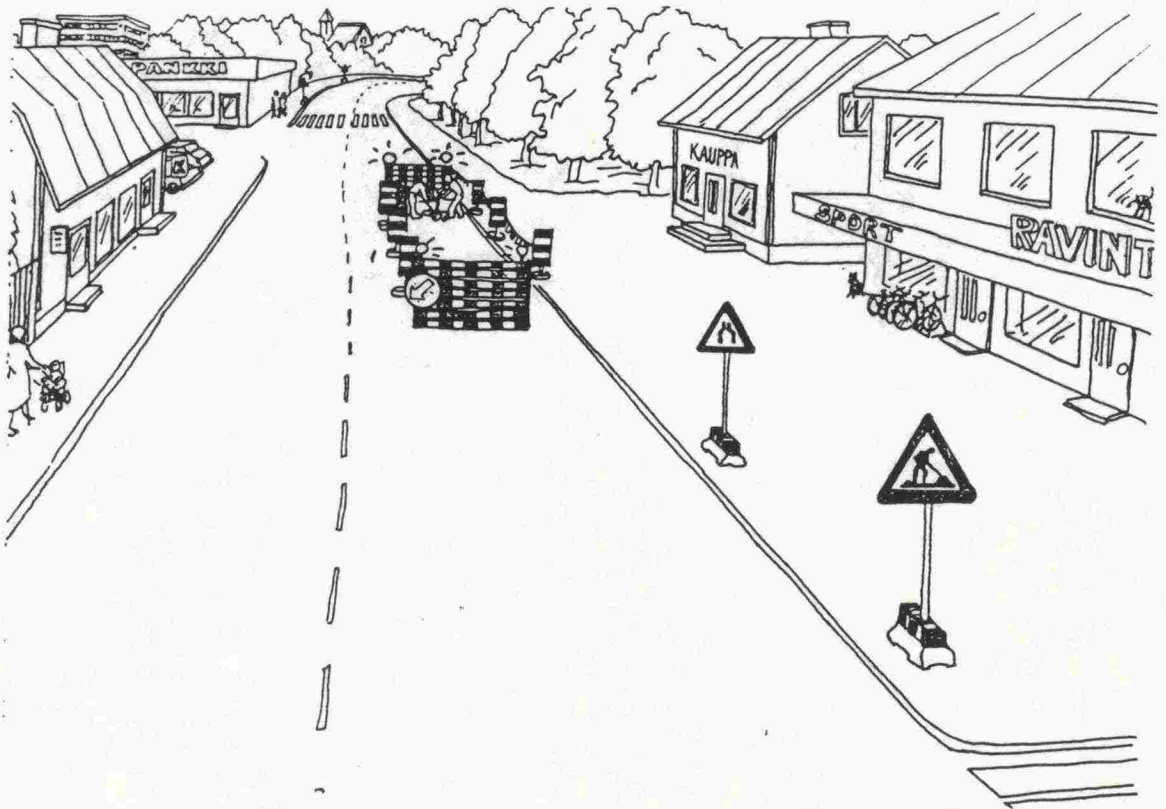
Borodavkin (1981) tarkasteli liikennejärjestelyjen vaikutusta tie-työmaiden turvallisuuteen. Myös lyhytaikaisilla työmailla tarvitaan huolellisempaa liikenteen järjestelyä ja ohjausta.

Tyllgren (1987) pitää liikenteenohjauksessa tärkeänä kahta tavoitetta. Toisena tavoitteena on tien kunnostuksesta johtuvan esteen havaitseminen ajoissa ja samalla ajonopeuden alentaminen turvalliselle tasolle ja toisena tavoitteena tien kunnossapitäjän turvallinen työympäristö liikenteestä huolimatta. Tielläliikkujien pitäisi voida tuntea liikenteen ohjauksen vaikuttavan heidän turvallisuutensa sekä vaikuttavan työmaan mahdollisimman nopeaan ja turvalliseen ohitukseen.

Tietöiden liikenteen järjestelystä on julkaistu oppaita, joissa on esitetty liikenteen ohjauksessa käytettävät laitteet ja varoitusmerkit sekä esimerkein valaistu erilaisia liikenteenohjaustapauksia (kuvat 1 ja 2). Oppaat perustuvat Tie- ja vesirakennushallituksen hyväksymiin tietöiden liikenteen järjestelyä koskeviin ohjeisiin (Tietöiden liikenteen järjestely 1983).



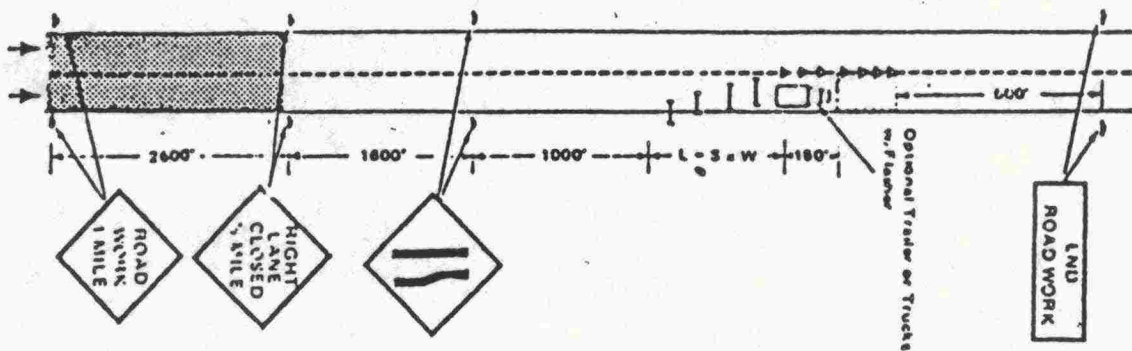
Kuva 1. Ajokaistan sulkemista vaativa työ (Tietöiden merkintätapauksia 1983).



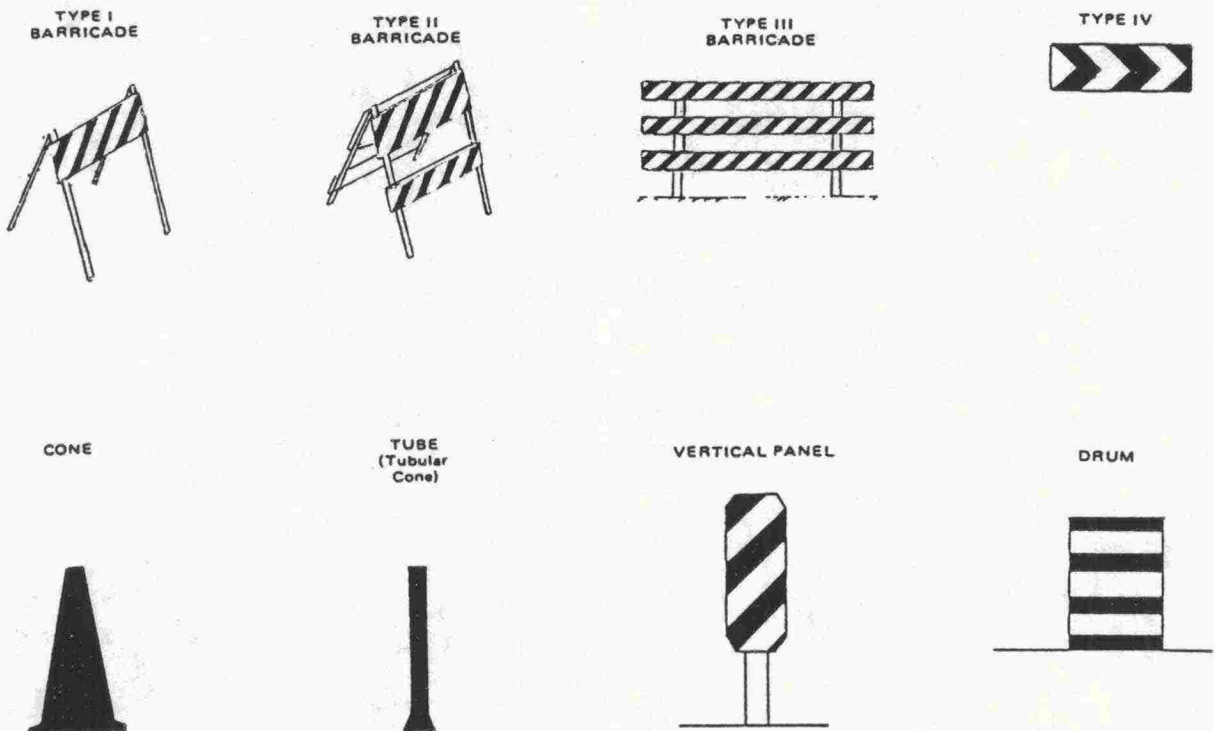
Kuva 2. Pienehkö työ taajamatien ajoradalla (Tietöiden merkintätapausta 1983).

USA:ssa tietyömaiden nopeusrajoitusten noudattaminen on Umbsin (1989) mukaan yleinen ongelma. Menetelminä on käytetty opastinmerkkejä, kaistan kaventamista, puomeja, portteja sekä poliisivalvontaa. Nopeuksien rajoittamiseksi autosta tapahtuva poliisivalvonta todettiin tehokkaimmaksi keinoksi.

USA:ssa tehdyssä tutkimuksessa seurattiin liikenteenohjaukseen käytettävien merkkien tehokkuutta. Tutkimuksessa selvitettiin ohjauslaitteiden havaittavuutta. Tutkimuskohteena oli kaksiajoratainen kaksikaistainen tie, jolta työmaan kohdalla suljettiin toinen kaista toiselta ajoradalta. Liikenteen ohjausjärjestelyt on esitetty kuvassa 3. Kuvassa 4 on esitetty tutkittuja liikenteenohjauskylttejä (Pain et al. 1981).



Kuva 3. Liikenteenohjausjärjestelyt työmaa-alueen ympärillä (Pain et al. 1981).

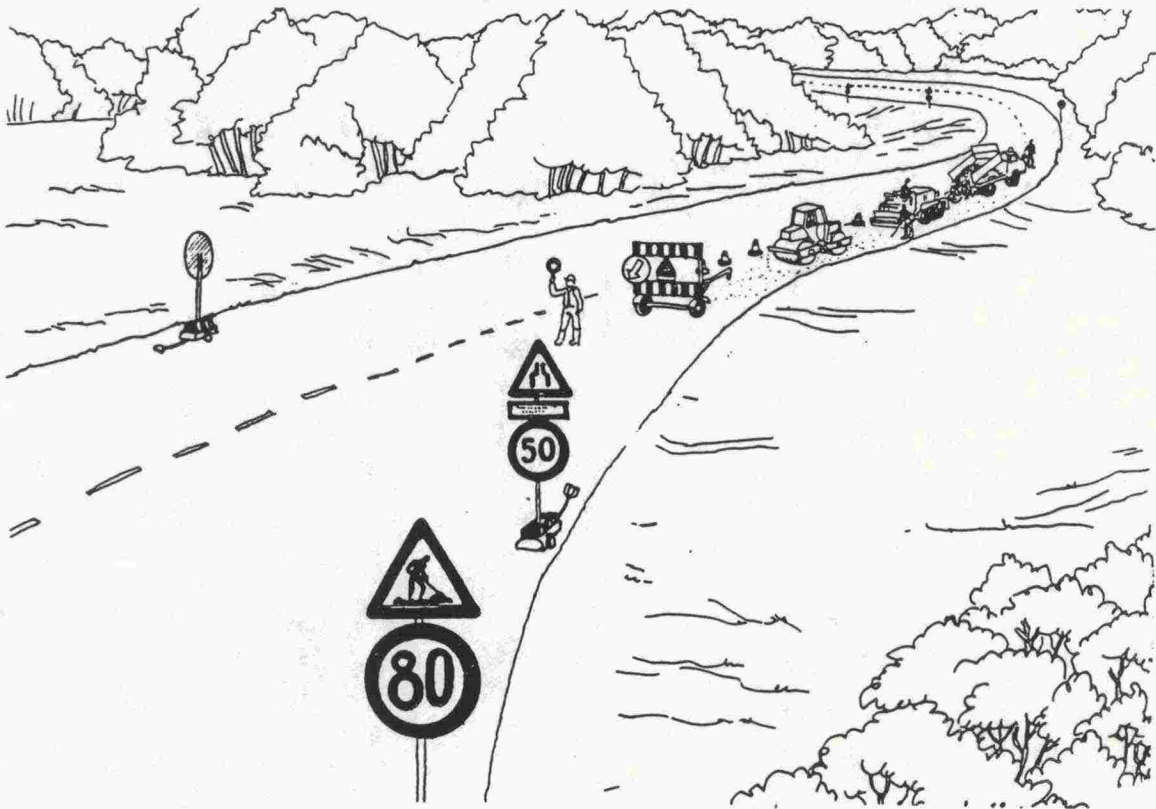


Kuva 4. USA:ssa käytettäviä liikenteenohjauskylttejä (Pain et al. 1981).

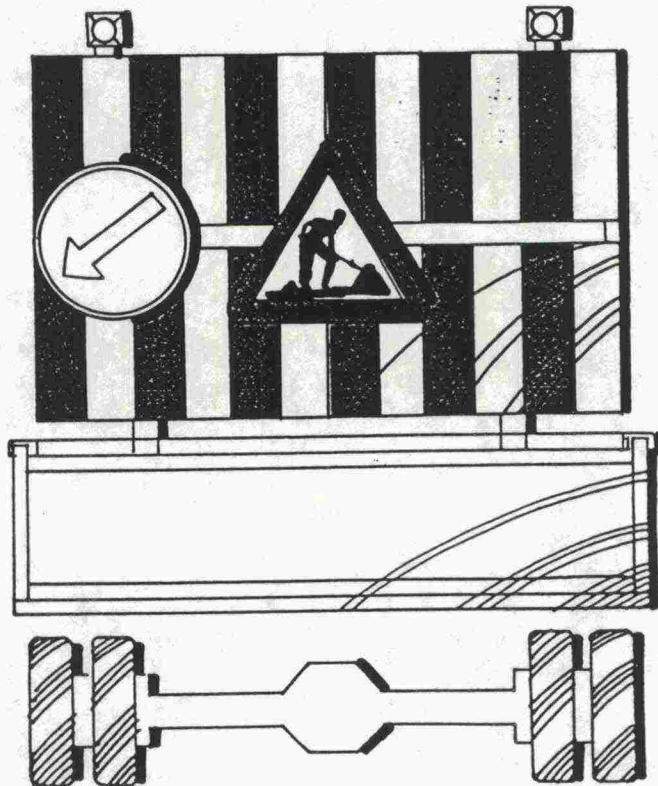
Tutkimuksessa tuli esiin seuraavia liikenteenohjausmerkkien suunnittelussa huomioon otettavia seikkoja:

- sulkupuomien ja sulkupylväiden optimaalinen raitaleveys on 6 - 8 tuumaa (15 - 20 cm),
- eri väristen raitojen optimaalinen suhde on yhtä paljon molempaa väriä (oranssi/valkoinen) tai vaihtoehtoisesti valkoista väriä voi lisätä,
- vaakaviivoitus todettiin vinoviivoitusta tehokkaammaksi sulkupylväissä,
- pystyviivoitus todettiin vinoviivoitusta heikommaksi sulkupuomeissa,
- nuolimerkit todettiin yöaikana tehokkaimmiksi opastinmerkeiksi, niiden etuna on myös ajosuunnan osoittaminen.

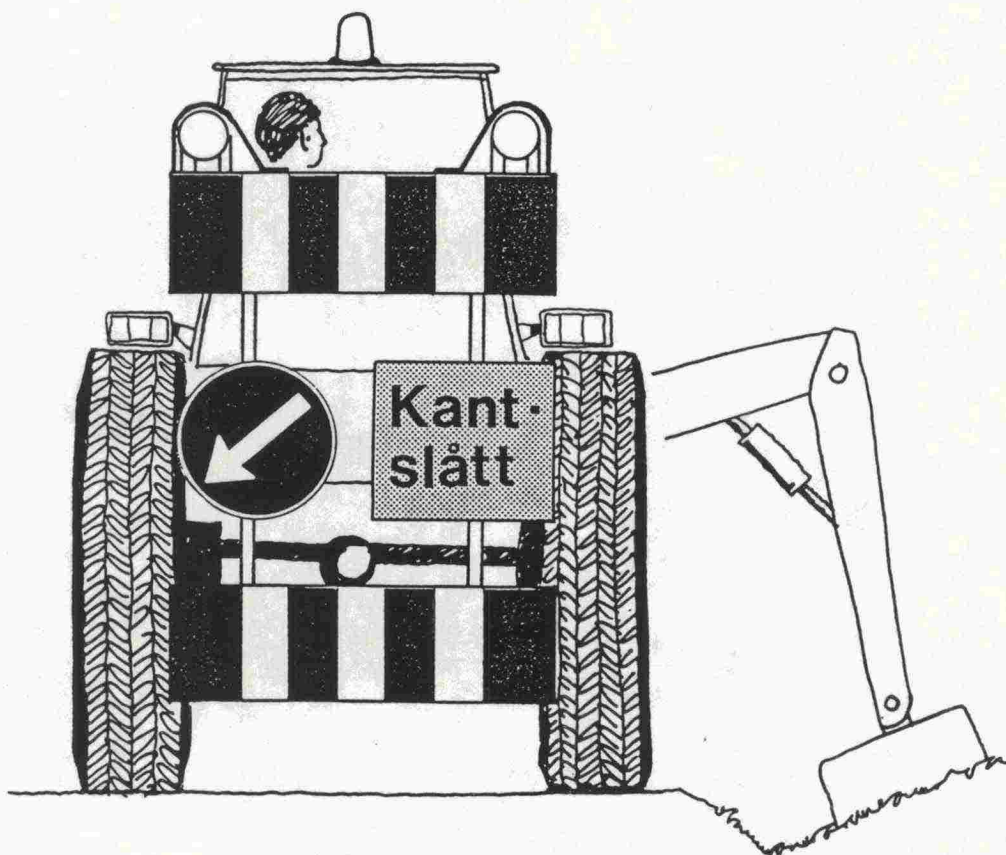
Liikenteen ohjauksessa käytettävät laitteet ja varoitusmerkit ovat Suomessa, Ruotsissa ja Norjassa hyvin yhtenäisiä. Esimerkkinä kuvat 5,6 ja 7. Umbs (1989) kuvaa eroja USA:n ja Euroopan välillä. Yleensä Euroopassa käytetään punavalkoisia tai sinivalkoisia liikenteenohjausmerkkejä. USA:ssa väriyhdistelmät ovat oranssivalkoinen tai oranssimusta.



Kuva 5. Liikenteen ohjaus päällystystyössä tai muussa ajokaistan sulkemista vaativassa liikkuvassa työssä (Tietöiden merkin-tätapauksia 1983).



Kuva 6. Kuorma-auton perään kiinnitettävä varoituslaite (Teillä ja kaduilla tehtävien töiden turvallisuusopas 1986).



Kuva 7. Työkoneeseen liitettävä varoituslaite norjalaisen käytännön mukaan (Arbeitsvarsling 1988).

3.2.1 Liikenteen ohjauksessa esiintyneet ongelmat

Tyllgrenin (1987) mukaan liikenteen ohjauksessa on esiintynyt seuraavia turvallisuuteen vaikuttavia ongelmia:

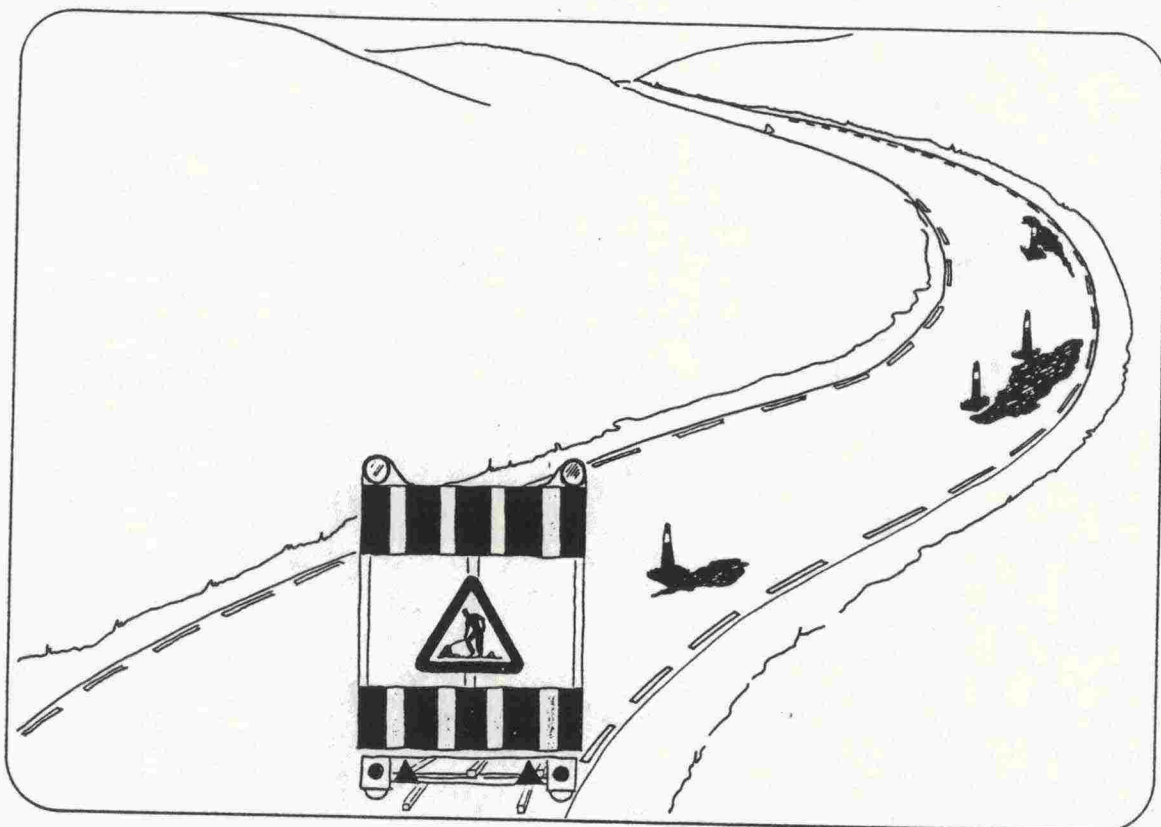
- tielläliikkujien huomiokyky ei riitä havaitsemaan kaikkia työmaakylttejä, kylttejä on liikaa,
- työmaapasteissa liian yksityiskohtaisia ohjeita,
- tielläliikkujat ärsyyntyvät tiesuluista ja kiertotieopasteista,
- ajoneuvot ohittavat työmaa-alueen liian suurella nopeudel-

- ajoneuvot ohittavat liian läheltä,
- työkoneiden ja työkalujen näkyvyys on huono,
- helposti irroitettavat varoitusmerkit häviävät,
- suojavaatteiden näkyvyys huononee useissa pesuissa sekä
- työntekijöiden haluttomuus pitää näkyviä suoja-asuja varsinakin lämpimänä vuodenaikana.

Liikenteen ohjaukseen liittyviä ongelmia voidaan Tyllgrenin (1987) mukaan vähentää vähentämällä opastuskylttien tietosisältöä. Esimerkiksi tienpäällystystyöstä voidaan ilmoittaa pelkällä liikennemerkillä.

Työmaahenkilöstön vaatteiden näkyvät värit sekä koneiden ja laitteiden näkyvät värit helpottavat Tyllgrenin (1987) mukaan työmaan havaitsemista. Koneissa ja laitteissa näkyvä väritys on oltava kaikilla näkyvillä sivuilla. Henkilöstön vaatetuksessa on tärkeänä osana näkyvä kypärä tai muu päähine.

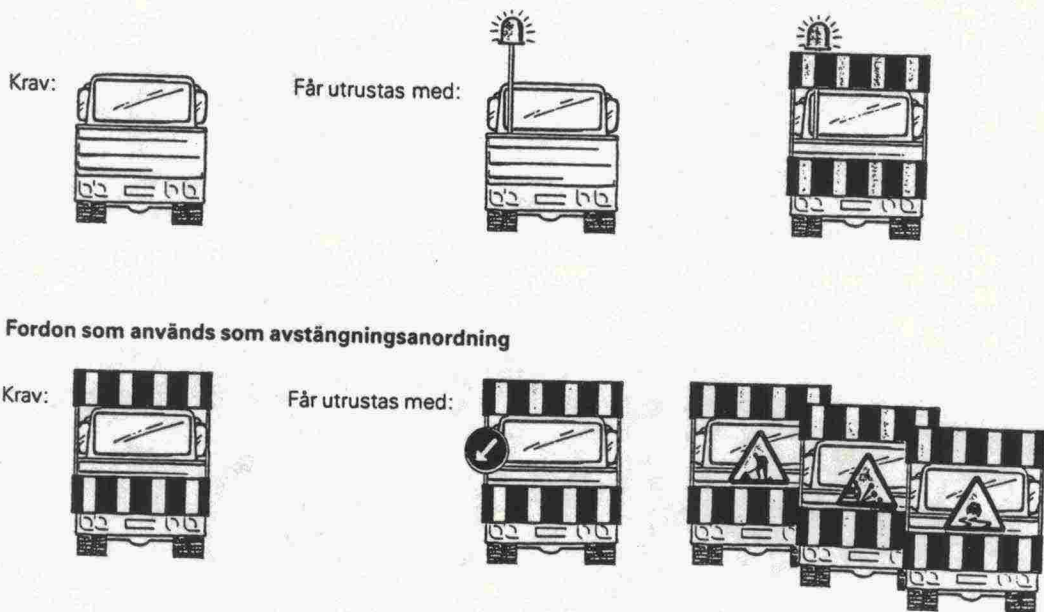
Liikenteen ohjaukseen käytetään Ruotsissa yleensä hinattavia varoitustulaitteita ja siirreltäviä muovikartioita. Niiden tarkoituksena on muodostaa suoja-alue työmaan ympärille, ohjata liikenne työmaaiselle ajokaistalle sekä suojata tienpäällystyksessä uutta päällystettä.



Kuva 8. Hinattavan varoituslaitteen ja kartioiden käyttö paikkaus-
töissä (Utmärkning vid vägarbeten 1989).

Työntekijöiden suojavaatteiden värien näkyvyys huononee pesussa, ongelma on suurin täysin puuvillaisilla vaatteilla. Sekoitekankaat pitävät paremmin värinsä, niiden haittapuolena on kuitenkin palovaarallisuus. Yhtenä parannustoimenpiteenä on menestyksellä kokeiltu asujen pesemistä nurin käännettyinä, jolloin myös heijastavat osat ovat välttyneet mekaaniselta kulumiselta.

Koneet on varustettu pyörivällä varoitusvalolla ja oranssinvärisellä varoituskolmiolla (hitaasti kulkevan ajoneuvon merkki). Tyllgrenin (1987) mukaan kolmio on suurissa koneissa huomaamaton ja valojen toimivuudessa on todettu olevan ongelmia. Tällöin koneiden ainoaksi näkyvyyttä parantavaksi keinoksi jää koneiden näkyvät värit. Koneet on näkyvyyden vuoksi pidettävä puhtaina.



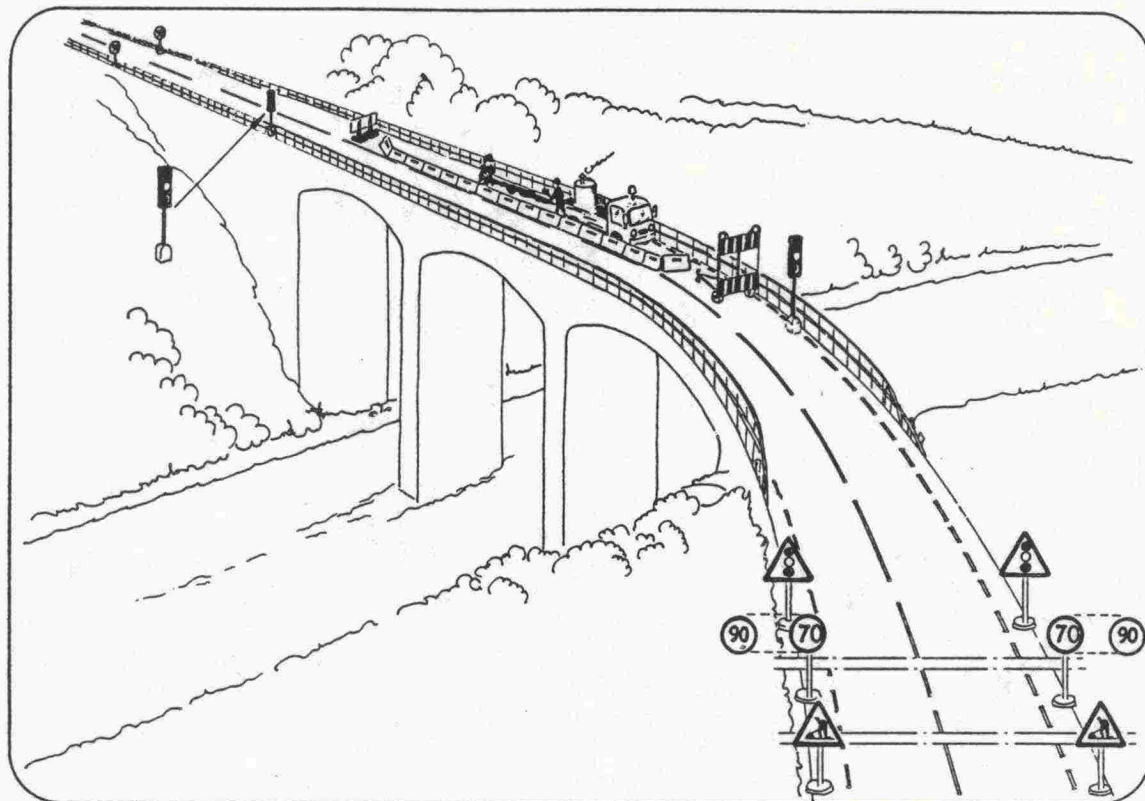
Kuva 9. Ajoneuvoon kytkettävät liikenteenohjausmerkinnät (Utmärkning vid vägarbeten 1989).

3.2.2 Liikenteen ohjaustoimenpiteiden vaikutus turvallisuuteen

TVH:n liikenneturvallisuuden ja kunnossapidon esitutkimuksessa (1978) tarkasteltiin kirjallisuuden perusteella ajoratamaalausten ja liikennemerkeiden vaikutusta liikenneturvallisuuteen. Ajoratamaalausten todettiin vähentävän liikenneonnettomuuksia. Reunaviivamaalausten on todettu keskimäärin vähentävän kaikkia onnettomuuksia 20 %, kuolemaan johtaneita 40 % ja vammautumiseen johtavia 20 %. Liikennemerkeiden osalta varsinkin tien mutkasta varoittavan liikennemerkin todettiin vähentävän onnettomuuksia yllättävissä kaarteissa.

Liikenteen ohjaustoimenpiteet ovat tehokkaita ja hyödyllisiä ainoastaan silloin, kun kuljettajat havaitsevat ne. Liikenneturvallisuuden kannalta on tärkeää, että teiden kunnossapidossa huolehditaan ajoratamerkkintöjen kunnosta ja näkyvyydestä sekä liikennemerkeiden ja reunapaalujen puhdistuksesta.

Tyllgrenin (1987) mukaan tienpäällystystöihin soveltuvat parhaiten manuaalinen liikenteen ohjaus sekä "luotsiautojen" (kärkiautojen) käyttö nopeuksien pitämiseksi riittävän alhaisina. Välähdysvilkkujen käyttö työmaa-alueen havaitsemisen parantamiseksi on tehokasta hämärässä ja pimeässä. Automaattinen valo-ohjaus ei sovellu päällystystöihin, koska työ etenee nopeasti.



Kuva 10. Valo-ohjauksen käyttö pitkäaikaisessa työssä
(Utmärkning vid vägarbeten 1989).

Tienpäällystystöissä hyväksi todettuja toimenpiteitä voidaan soveltaa myös muuhun tien kunnossapitoon. Pitempiaikaisissa työkohteissa automaattinen valo-ohjaus voi tulla kysymykseen.

3.2.3 Onnettomuudet erilaisissa liikenteen järjestelyolosuhteissa

Borodavkin (1980) jakoi liikenteen järjestelyn luokkiin kiertotie, yksi tai useampi kaista suljettu liikenteeltä, tietä kavennettu, tiellä työmaaliittynvä, päättynyt tiettyö ja ei tietoa. Yleisin liikennejärjestely oli kaistan sulkeminen, joka oli liikennejärjestelynä 20,8 % onnettomuuksista. Se oli myös pääasiallinen liikennejärjestely uudelleenpäällystys- ja kunnossapitotyömailla. Kiertotie ja valtaosa työmaaliittynvä-järjestelyistä esiintyivät tienrakennus- ja tienparannustyömailla.

Taulukko 9. Onnettomuudet liikenteen järjestelyn ja työmaan laadun mukaan (Borodavkin 1980).

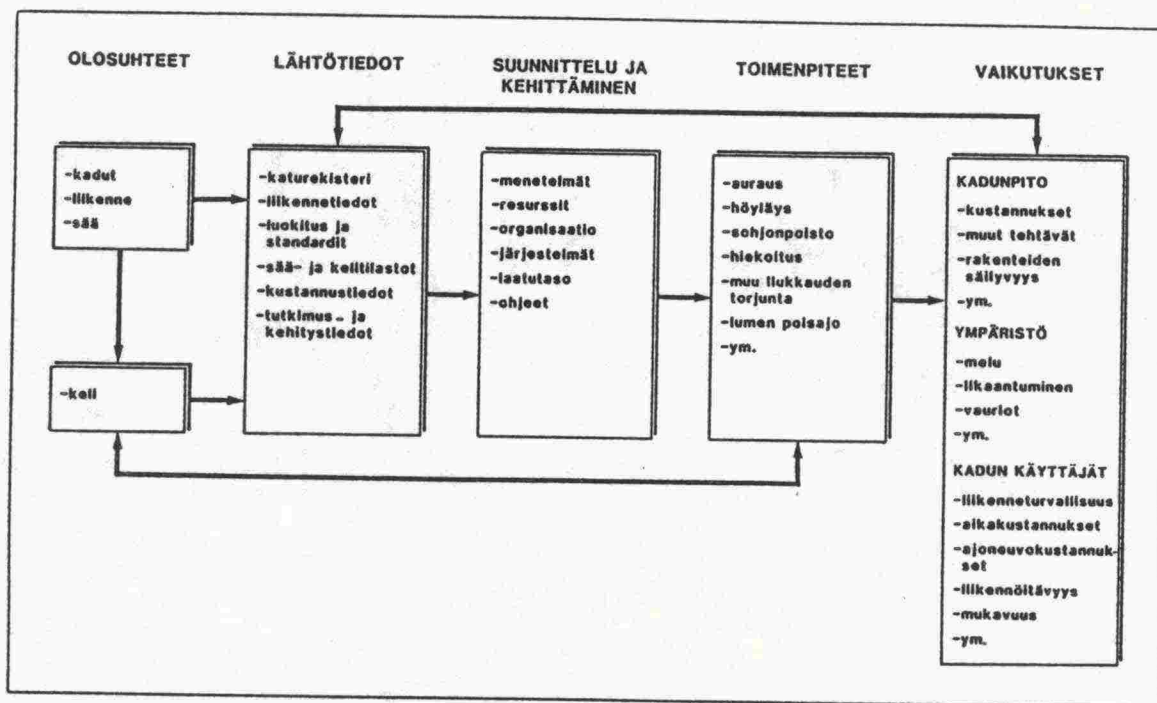
Työmaan laatu	Liikenteen järjestely						Yhteensä
	Kiertotie	Yksi t. us. kaista sulj.	Kavennettu tie	Työmaa-liittymä	Päättynyt tiettyö	Ei tietoa	
Tienrakennustyömaa	2	4		3	1	18	28
Tienparannustyömaa	12	14		10	3	77	116
Uudelleenpäällystys-työmaa		12		1	1	9	23
Kunnossapitotyömaa		12	2		1	19	34
Muu työmaa		2	3			6	11
Yhteensä	14	44	5	14	6	129	212
%-osuus	6,6	20,8	2,4	6,6	2,8	60,8	100

3.3 Talvikunnossapito

Talvikunnossapidossa pyritään pitämään kadut ja tiet liikennettä tyydyttävässä kunnossa. Talvikunnossapidolla voidaan vaikuttaa kadunpitokustannusten ohella tienkäyttäjien turvallisuuteen (kuva 11).

Kaupunkialueilla autojen pysäköinti vaikeuttaa talvikunnossapitoa. Eräissä kaupungeissa on kokeiltu vuoropysäköintiä sekä viikkosiivouspäivää. Piilon (1984) mukaan viikkosiivouspäivästä on saatu hyviä kokemuksia, mutta vuoropysäköinnissä on todettu ongelmia. Katujen ja rakennuskaavateiden talvikunnossapitotutkimuksen (1985)

mukaan autoilijat pitävät lisäksi sopivana toimenpiteenä ennakkoi-
moitusmenettelyä. Viikkosiivouspäivä ei aina ajoitu lumenpoisto-
tarpeen mukaan.



Kuva 11. Talvikunnossapidon toimintakaavio (Katujen ja rakennuskaavateiden talvikunnossapito, 1985).

3.3.1 Sään tarkkailu

Katujen ja rakennuskaavateiden talvikunnossapitotutkimuksessa (1985) korostettiin tiesäätalvikunnossapitoon merkitystä teiden kunnossapidolle. Myöhästyneet auras- ja liukkaudentorjuntatoimenpiteet johtavat yleensä lisääntyvään liikenneturvallisuusriskiin sekä heikentyvään liikenteen sujumiseen. Väärin ajoitetut toimenpiteet saattavat aiheuttaa moninkertaisia lisäkustannuksia.

Talvikunnossapidon kannalta tiesääpalvelu kytkeytyy päivystys- ja työvoimajärjestelyihin. Tiesääpalvelusta tarvitaan tietoa lumisateen aiheuttamaan auraustarpeen sekä lämpötilan muutoksista aiheutuvan liukkaudentorjuntatarpeen ennakointiin. Kunnossapitokaluston on päästävä liikkeelle ennen muuta liikennettä.

3.3.2 Liukkaudentorjunta

Hyvärinnan (1985) mukaan liikenneturvallisuuden kannalta on tärkeää kehittää liukkaudentorjuntatoimenpiteiden oikea-aikaisuutta sekä toimenpiteiden tasaisuutta tien pituussuunnassa. Esimerkiksi hiekoitusta ei saa lopettaa hiekan loppuessa mäkeen, jyrkkään mutkaan tai paikkaan, jossa näkyvyys on rajoitettua.

Liukkaudentorjunnassa voidaan poistaa hiekoituksen haittavaikutuksia valitsemalla sopiva hiekoitusmateriaali ja käyttämällä soveltuviissa paikoissa suolausta ilman siihen sekoitettavaa hiekkaa. Hiekoitusmateriaalista seulotaan tehoton hienoaaines pois. Saavutettavia etuja ovat

- kokonaiskustannusten pieneminen,
- hiekoitusmateriaalin varastoinnin, levityksen ja poiston helpottuminen, kun materiaali ei paakkuunnu,
- sadevesikaivoihin huuhtoutuvan hiekkamäärän pieneminen,
- ympäristön likaantumisen ja pölyyntymisen väheneminen (Liukkauden torjunta ja hiekoitushiekan poisto, 1985).

Teiden suolauksessa on huomioitava sääolosuhteet, jotta suolauksella saavutettaisiin toivottava tulos. Huomioitavia tekijöitä ja olosuhteita ovat (Teiden talvihoito, 1986):

- suola on siroteltava juuri ennen liukkauden syntymistä,
- suolauksen päälle satava pakkaslumi tarttuu sohjoiseen tienpintaan ja polaantuu,

- ennen suojalumen satamista tarvitaan vain ohut kerros suolaa estämään lumen tarttuminen tien pintaan,
- aurauksen ja suolauksen jälkeen on huolehdittava sohjon poistosta,
- lumisateen aikana lämpötilan ollessa lähellä 0 °C ensisijaisena liukkaudentorjuntana käytetään aurausta,
- suolauksessa lumisateen jälkeen on aluksi poistettava irtonainen lumi,
- suolauksen jälkeen lämpötilan laskiessa saattaa syntyä suolaliuosjäättä, joka poistetaan levittämällä suolahiekkaa,
- lämpötilan ollessa lähellä 0 °C riittää vilkkaasti liikennöidyillä teillä ohueeseen jääpolanteeseen vähäinen suolamäärä.

Sohjon poistossa todettiin kumiterällä varustettu tiehöylä tehokkaaksi ja ympäristön kannalta miellyttäväksi. Melutaso pysyi 3 - 8 dB (A) alhaisempana kuin normaalilla kalustolla.

Jätepuristinauton on todettu soveltuvan hyvin lumen kuljetukseen ja tulevan 15 - 35 % kuorma-autoa taloudellisemmaksi (katujen ja rakennuskaavateiden talvikunnossapito 1985).

3.4 Päällystystyöt

3.4.1 Päällystystöissä esiintyneet turvallisuuden ongelmat

Tyllgren (1987) on tutkimuksessaan selvittänyt päällystystöihin liittyviä turvallisuusongelmia ja työympäristökysymyksiä. Tutkimuksessa haastateltiin tienrakennushenkilöstöä 19 eri työkohteessa Malmö:ssa ja lähiympäristössä. Lisäksi haastateltiin Bygghälsanin

ja urakoitsijoiden turvallisuusinsinöörejä, liikenteenohjausmerkkien valmistajia sekä suojavaatteiden ja -jalkineiden valmistajia ja toimittajia.

Tutkituissa työkohteissa oli käynnissä päällystystöiden eri työvaiheita ja tienpäällystystä eri materiaaleilla. Haastatteluja ja ryhmäpalavereja pidettiin kahteen otteeseen. Ensimmäisessä vaiheessa tunnistettiin turvallisuuteen liittyviä ongelmia ja puolen vuoden tauon jälkeen käsiteltiin parannus- ja toimenpide-ehdotuksia. Näin haastateltavien oli mahdollista pohtia käsiteltyjä asioita. Samuelsonin (1986) mukaan keskeisimpiä tienrakennuksen ja päällystysten ongelmia ovat

- melu,
- liikenne,
- pöly ja
- stressi.

Päällystystöissä pölyä ei pidetä niin keskeisenä ongelmana kuin muussa maanrakentamisessa. Samuelson (1986) esittää Bygghälsanin järjestämän jatkokoulutuskurssin tulosten mukaan päällystystöiden keskeisimmiksi ongelmiksi

- riskin tulla ajoneuvon yliajamaksi,
- melun,
- kuumen päällystysmassan käsittelyn ja
- kehon eri osien fyysisen kuormituksen.

Tyllgren (1987) ja Samuelson (1986) pitävät merkittävimpinä turvallisuuteen liittyvinä ongelmina työskentelyä muun liikenteen joukossa sekä liikenteestä aiheutuvia seurausvaikutuksia (melu, pakokaasut, pöly).

Liikenteestä seuraavina ongelmina Samuelson (1986) pitää

- melua,
- tärinää,
- ajo- ja työskentelyasentoja,

- vaarallisia kaasuja ja
- pölyä.

Työnjohdon keskeisenä ongelmana on voimakas stressi.

3.4.2 Liikenteen aiheuttamien ongelmien torjunta

Suurimpana ongelmana Tyllgrenin (1987) mukaan oli liikenne työmaiden ympärillä ja siihen liittyvät seurausvaikutukset. Ongelmien poistamiseksi Samuelson (1986) esitti panostusta liikenteen ja työkohteiden eristämiseen. Tyllgrenin (1987) haastatteluissa tutkijoita yllätti voimakas painostus pyrkiä eristämään muu liikenne työma-alueista ja työpisteistä. Tietyömaiden turvallisuuden parantamiseksi tehtiin useita toimenpide-ehdotuksia:

- liikenteen ohjaukseen panostaminen (mikäli kiertotietä ei voida kohtuudella järjestää),
- kylmän tienpinnoitustekniikan kehittäminen,
- tienpäällystyskoneen kauko-ohjauksen käyttö,
- sisäisen tiedotuksen parantaminen radion avulla,
- putkien ja kanavien asennettavuuden parantaminen materiaalien kehittämisellä,
- käsityövälineiden kehittäminen,
- työmaista tiedottaminen tienkäyttäjille vähintään yhden kyltin avulla.

Liikenteen aiheuttamat onnettomuusriskit voidaan poistaa erottamalla muut tielläliikkujat kaikista tienpäällystystyökohteista. Liikenteen suunnittelussa tämän tulisi olla suunnittelun lähtökohtana. Myös vähän liikennöidyillä teillä on pyrittävä liikenteen erottamiseen työkohteista, koska siellä ajoneuvojen nopeudet ovat taaja-

mia korkeammat. Tyllgren (1987) on jakanut taajamien ulkopuolisen tiestön kolmeen luokkaan:

- neljä tai useampikaistaiset tiet vastakkaiset kaistat erottavalla keskikaistalla (moottoritiet),
- kaksikaistaiset tiet leveällä pientareella,
- kaksikaistaiset tiet kapealla pientareella tai ilman pientarta.

Moottoriteillä tehtävien tienpäälystystöiden turvallisuuden parantamiseksi Tyllgren (1987) teki seuraavia liikenteen ohjaukseen liittyviä toimenpide-ehdotuksia:

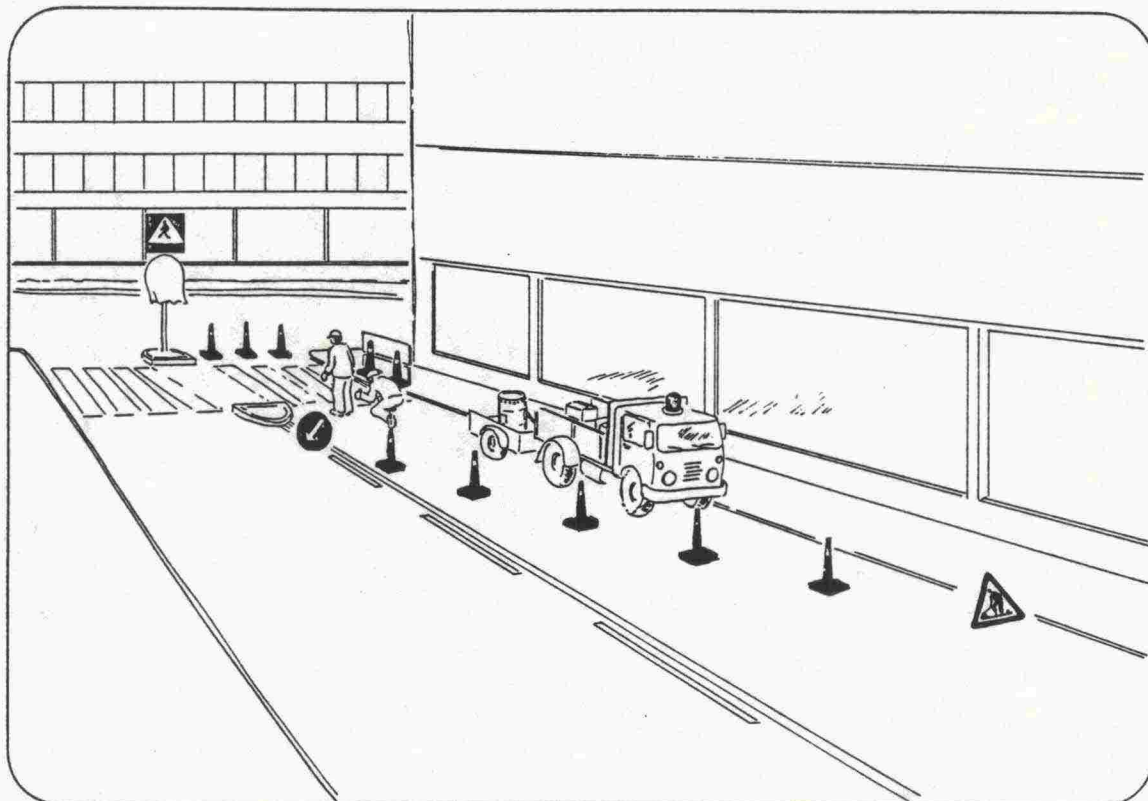
- tien pintaan asennetaan heijastavat "kissansilmät",
- tien pintaan kiinnitetään oranssin väriset muovimerkit,
- ohjausmerkinnät maalataan tien pintaan työn ajaksi.

Kaksikaistaisilla teillä liikenne ohjataan kokonaan toiselle kais-
talle. Työmaa-alueeseen nähden on jätettävä riittävä suoja-alue.
Turvallisuuden lisäämiseksi tehtävät toimenpiteet:

- nopeusrajoitukset työmaan kohdalla, merkkejä voidaan kul-
jettaa työmaan mukana,
- nopeusrajoitusten asteittainen pudottaminen työmaata lähes-
tyttäessä,
- työmaan kohdalla sopiva nopeus korkeintaan 15 km/h,
- käytetään "liikenneluotseja" (kärkiautot) varmistamaan
alhaisten nopeusrajoitusten noudattamisen.

Taajamissa tehtävissä tienpäälystystöissä ensimmäisenä vaihtoehtona on tarkasteltava mahdollisuudet eristää työkohde muulta liikenteel-
tä. Liikenteen ohjaus on suunniteltava kohteiden yksilöllisyyden
mukaan. Turvallisuuden kannalta mahdollisia vaihtoehtoja ovat

- liikenteen ohjaus yhdelle kaistalle huolehtimalla riittävästä suoja-alueesta työmaahan nähden,
- liikenteen ruuhka-aikojen välttäminen,
- liikenteenohjaus ja merkinanto manuaalisesti.



Kuva 12. Liikennemerkkien ja kartioiden käyttö taajamissa tehtävissä ajoratamaalauksissa (Utmärkning vid vägarbeten 1989).

Yöllä tehtävissä tienpäälystystöissä pimeys asettaa Tyllgrenin (1987) mukaan lisää vaatimuksia liikenteen ohjaukselle. Ajonopeudet ovat korkeampia kuin valoisana aikana. Liikenteen viitoituksesta ja ohjauksesta osoittavat kilvet on oltava riittävän aikaisin ennen työmaa-aluetta.

3.4.3 Suojavaatetukseen liittyvät ongelmat ja torjuntatoimet

Henkilöstön suojavaatteiden ongelmana on Tyllgrenin (1987) mukaan niiden näkyvyyden heikkeneminen pesuissa. Henkilöstön haastatteluis-
sa tuli esille myös suojavaatetuksen käyttöön liittyviä ongelmia. Suojavaatetuksen käyttömukavuuteen ja -turvallisuuteen vaikuttivat

- housujen ja haalarien huono istuvuus,
- sadevaatteiden nopea likaantuminen ja homehtuminen,
- jalkasienien esiintyminen,
- jalkineiden huonot pohjat,
- sadeasujen jatkuva käyttö,
- ihosairauksia edesauttavat vuorittomat käsineet,
- turvakengien vähäinen käyttö,
- kiristävät ja kuumat kuulonsuojaimet,
- keskustelun estävät kuulonsuojaimet sekä
- kuulovauriot.

Työasujen osalta esitettiin toivomuksia voida valita työasuksi joko haalari tai olkainhousut ja takki, saada hupullinen sadetakki sekä saada hupullinen suojatakki kuuman bitumin käsittelyyn.

Suojavaatetukseen liittyviä ongelmia lisäsi Tyllgrenin (1987) mukaan epäsäännölliset asujen pesut, haluttomuus pitää suoja-asuja lämpimänä vuodenaikana sekä haluttomuus suojata pää kuumuutta ja likaa vastaan.

Tyllgren (1987) kuvasi ruotsalaista käytäntöä työasujen osalta. Työnantaja jakaa normaalisti jokaiselle työntekijälle kaksi suoja-haalaria vuodessa. Jalkineita vaihdetaan aina tarvittaessa. Varsinaiset turvakengät kustantavat työntekijät osittain itse. Lisäksi varustukseen kuuluvat sadeasut, käsineet ja kuulonsuojaimet tarpeen mukaan.

Suojakypärän käytöstä tienrakennuksessa on Ruotsissa keskusteltu pitkään. Sitä pidetään kuitenkin liian raskaana käyttää eikä sille ole tienrakennuksessa voitu osoittaa mitään selvää turvallisuusvaiku-

tusta. Yleensä päähineenä käytetään leveälieristä hattua, joka suojaa myös silmiä ja ihoa auringonpaahteelta ja palamiselta.

Tyllgrenin (1987) mukaan useat tienrakentajat kärsivät kuulovaurioista, vaikka kuulonsuojainten käyttö on nykyisin melko yleistä. Useimpien kuulovaurioiden voidaan olettaa syntyneen aikaisemmin, jolloin suojainten käyttö ei vielä ollut näin hyvällä tasolla.

3.5 Kunnossapitokalusto

3.5.1 Kunnossapitokaluston käyttöön liittyvät ongelmat turvallisuuden kannalta

Anderson (1989) on tutkinut työympäristökysymyksiä kunnossapitokaluston käytössä. Kaluston käyttöön liittyy seuraavia ongelmia:

- melu,
- tärinä,
- huono näkyvyys koneista,
- koneiden huono liikkuvuus,
- hankalat työasennot,
- ahtaat ohjaamot ja vaaralliset kulkutiet ohjaamoon ja ohjaamoiden ilman laatu.

Koneiden kuljettajien on todettu hakeutuvan kaksi kertaa useammin varhaiseläkkeelle kuin ruotsalaisten keskimäärin. Tähän vaikuttavat osaltaan työolosuhteet, neljäsosa haastatelluista koneiden kuljettajista katsoi yleiskuntonsa jatkuvasti huononevan. Koneiden kuljettajilla on todettu olevan myös kaksi kertaa useammin ylipainoa kuin rakennustyöntekijöillä keskimäärin.

Muutamit koneiden valmistajat ovat viime aikoina Andersonin (1989) mukaan panostaneet koneiden suunnittelussa kuljettajan työolosuhteiden parantamiseen. Parannustoimenpiteinä on toteutettu

- kuormaajien ohjaustehostus (Volvo BM),
- kaivurin siirreltävä istuin (Huddig),
- TV-tekniikka näkyvyyden parantamiseksi (Platex),

- istuinten ilmajousitus (useat valmistajat),
- ohjaamon tärinäsuojaus (Kiruna Truck),
- muunneltavat käsinojat (useat valmistajat).

4 KUNNOSSAPIDON KEHITTÄMINEN

Kokko & Leppävuoren (1978) mukaan kunnossapidon ongelmia voidaan ratkaista ottamalla kaavoituksessa sekä teiden suunnittelu- ja rakennusvaiheessa huomioon teiden kunnossapitäjien toivomukset. Suunnittelun kehittämisellä ei voida kuitenkaan vaikuttaa riittävästi olemassa olevaan tiekantaan, vaan suunnitteluun panostamisen rinnalla on kehitettävä kunnossapitokalustoa.

Tietyömaiden liikenneturvallisuustutkimuksen (1981) mukaan liikennejärjestelyjen osalta olisi kehitettävä kiertotiejärjestelyjä pimeään ajan yksittäisonnettomuuksien vähentämiseksi. Kaistoja suljettaessa olisi toteutettava tehokkaita liikenteenohjaustoimia peräänajojen, esteisiin ajojen, peruutus- ja ns. muiden onnettomuuksien vähentämiseksi.

Samuelsonin (1986) mukaan koneiden ja laitteiden kehitys tulee vaikuttamaan kunnossapitotöiden turvallisuuteen. Uusien koneiden käyttöönotto on kuitenkin hidasta ja käytössä on jatkuvasti vanhentunutta kalustoa, kuten nykyisinkin. Anderssonin (1989) mukaan koneiden ja laitteiden kehitystyössä tulisi huomioida seuraavat tekijät:

- koneiden suunnittelussa korostaa ohjaamon suunnittelua koneen toimintojen suunnittelun ohella,
- selvittää mahdollisuudet muuttaa ohjaamon paikkaa koneen käytön aikana,
- parantaan näkyvyysolosuhteita työkohteeseen esimerkiksi TV:n tai peilien avulla,
- ohjaamoiden muotoilu sellaisiksi, että kuljettaja voi vaihdella työskentelyasentoa,

- tärinän vähentäminen ohjaamoissa tehokkailla vaimentimilla,
- pienentää meluhaittaa sellaiseksi, että kommunikointi radion tai puhelimen avulla on tehokasta,
- sijoittaa ja muotoilla ohjauslaitteet ergonomisesti oikein,
- luovutaan jalalla käytettävistä ohjauslaitteista,
- ohjaamon istuinten automaattisten säätöjen kehittäminen ja
- ohjaamoiden ilmastoinnin kehittäminen.

Tutkimustoiminta tulisi kohdistaa erityisiin ongelma-alueisiin, jotka Samuelsonin (1986) mukaan ovat

- liikenne,
- liikenteenohjausmerkinnot,
- koneet,
- yleinen varustus,
- materiaalit ja
- henkilökohtainen varustus.

LÄHDELUETTELO

Anderson, B. Framtidens anläggningsmaskiner. Arbetsmiljö -nulägesbeskrivning, utveckling och visioner fram till år 2010. Bygghälsan 1989. 29 s.

Arbeidsvarsling 3. utgave. Oslo 1988. Retlingslinjer. Håndbok - 051. Statens vegvesen '88. 173 s.

Arbete på väg. Lägesrapport 1989 - 03. Vägverket.

Borodavkin, A. Tutkimus tietyömaiden liikenneonnettomuuksista. Espoo 1980. Teknillinen korkeakoulu. Diplomityö. 124 s. + liitt. 4s.

Hunter, W.W. Current issues in work zone safety. Strategic highway research program and traffic safety on two continents. Gothenburg, Sweden, sept. 27, 1989. Session: International harmonization of test procedures and requirements for roadside safety features, workshop. 9 s.

Hyvärinta, M. Talviliukkaudentorjunta ja sen vaikutus liikenneturvallisuuteen. 1985. Teknillinen korkeakoulu. Rakennusinsinööriosasto. Diplomityö. 76 s. + liitt. 4 s.

Jämsä, H. SHRP - maintenance cost-effectiveness. Kunnossapidon tutkimusprojekti. Tie- ja liikenne 7-8:1989. S. 16 - 20.

Katujen ja rakennuskaavateiden talvikunnossapito. Helsinki 1985. Insinööritoimisto LTT Oy & Tampereen teknillinen korkeakoulu. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto. Sarja B. Nro 80. 55 s. + liitt. 15 s.

Kockelke, W. Analysis of driver behaviour and accidents at work sites on German motorways. Strategic highway research program and traffic safety on two continents. Gothenburg, Sweden, sept. 28, 1989. Session: Work zone safety. 8 s.

Kokko, T. & Leppävuori, M. Liikenneväylien ja yleisten alueiden kunnossapitotutkimus. Helsinki 1978. Suomen itsenäisyyden juhluvuoden 1967 rahasto. 113 s. + liitt. 14 s.

Liukkauden torjunta ja hiekoitushiekan poisto. Katujen ja rakennuskaavateiden talvikunnossapitotutkimus, raportti 2. Helsinki 1985. Kunnallisliiton tekninen julkaisusarja nro 38. 62 s. + liitt. 3 s.

Marlow, M. Safety at roadworks. Strategic highway research program and traffic safety on two continents. Gothenburg, Sweden, sept. 28, 1989. Session: Work zone safety. 15 s.

Niskanen, T. Tapaturmavaarat, turvallisuusilmapiiri ja tapaturmantorjunnan edistäminen tie- ja vesirakennuslaitoksessa. Helsinki 1987. Työterveyslaitos. 157 s.

Pain, R.F, McGee, H.W. & Knapp, B.G. Evaluation of traffic controls for highway work zones. Washington 1981. National cooperative highway research program, report 236. 189 s.

Piilo, U. Katujen kunnossa- ja puhtaanapito. Helsinki 1984. Suomen itsenäisyyden juhlaruoden 1967 rahasto. Ympäristöministeriö. Kuntien keskusjärjestöt. 81 s + liitt. 12 s.

Samuelson, B. Markprogrammet. Sammanfattande rapport. Danderyd 1986. Bygghälsans forskningsstiftelse 1986:1. 125 s.

Sääpalvelu. Katujen ja rakennuskaavateiden talvikunnossapitotutkimus. Raportti 6. Helsinki 1985. Kunnallisliiton tekninen julkaisusarja nro 42. 28 s.

Talvitie, A. Talvikunnossapito uudistuvassa tie- ja liikennepolitiikassa. Talvitiepäivät 1989, Kuopio 14. - 16.2.1989.

Teiden talvihoito. Osa II. Menetelmäohjeet. Helsinki 1986. Tie- ja vesirakennushallitus. Käyttöosasto. Kunnossapitotoimisto. 58 s.

Teillä ja kaduilla tehtävien töiden turvallisuusopas. 1986. Työturvallisuuskeskus. 82 s.

The 1987 Annual Report on Highway Safety Improvement Programs. 1987. U.S. Departement of Transportation. Federal Highway Administration. 57 s.

Tieolosuhteet ja liikenneturvallisuus. Helsinki 1968. Tie- ja vesirakennushallitus, suunnitteluosaston teknillistaloudellinen toimisto. Tiedotuslehti N:o 4/1968. 99 s.

Tietyömaiden liikenneturvallisuus. Helsinki 1981. Tie- ja vesirakennushallitus, liikennetoimisto. Teknillinen korkeakoulu, liikennelaboratorio. 35 s.

Tietöiden liikenteen järjestely. Helsinki 1983. Tie- ja vesirakennushallitus. 121 s.

Tietöiden merkintätapauksia. Helsinki 1983. Tie- ja vesirakennushallitus. 35 s.

Tyllgren, P. Bättre arbetsmiljö på väg. Motala 1987. Byggeförlaget. 79 s.

Umbs, R.M. Work zone safety. Strategic highway research program and traffic safety on two continents. Gothenburg, Sweden, sept. 28, 1989. Session: Work zone safety. 8s.

Utmärkning vid vägarbeten. Handbok. Trafiksäkerhetsverket. Trafikbyrån 1989. 85 s.

Viatek Oy. Liikenneturvallisuuden ja kunnossapidon esitutkimus. Helsinki 1978. Tie- ja vesirakennushallitus. Käyttöosasto. 53 s. + liitt. 15 s.